

Vogelwarte 51, 2013: 39–46
© DO-G, IfV, MPG 2013

Schlafbaumwahl von Auerhühnern *Tetrao urogallus* aus Russland nach Translokation ins Thüringer Schiefergebirge

Christoph Unger & Siegfried Klaus

Unger Ch & Klaus S 2013: Selection of roosting trees in Winter by capercaillie *Tetrao urogallus* from Russia after translocation to the Thuringian slate mountains. Vogelwarte 51: 39-46.

During winter (October–April) of 2002 to 2005 roosting trees of Capercaillie ($n=91$ males, $n=29$ females) in the Thuringian slate mountains were analysed. In the study area, pine *Pinus silvestris* was the dominating tree species (67 %), followed by spruce *Picea abies* (27 %), larch *Larix sudetica* (3 %) and fir *Abies alba* (2 %). Pine was the preferred sleeping tree (83 %) as compared with spruce (10 %). Birds rested 143 (50 to 300) cm apart from the stem at a mean height of 14 (8 to 21) m. Plateau and upper slope habitats (slope 1° to 7°) were preferred for resting (83 %), whereas only 17 % of the sleeping trees were found in the middle slope. 98 % of all resting trees were located near to border lines. Tree canopy closure was significantly lower at resting sites (58 %) as compared with control sites (69 %). A logistic regression model including breast height diameter of the trees, preferred tree species (pine), canopy closure and vicinity to border lines explained 76 % of the selection of resting trees. Avoidance of predators and saving of energy were assumed to determine the selection of sleeping trees. Habitat management should include: early and extended clearing operations to reduce canopy closure to 50–70 %, creation of pine forests and of gap structures.

✉ Christoph Unger, Obere Gasse 23, 98646 Hildburghausen, E-Mail: corvus_hibu@freenet.de,
Siegfried Klaus, Lindenhöhe 3a, 07749 Jena, E-Mail: siegi.klaus@gmx.de

1. Einleitung

In Thüringen schrumpfte die besiedelte Fläche des Auerhuhns durch Habitatverluste seit 1970 von ca. 120.000 ha auf ca. 30.000 ha 1990. Gleichzeitig nahm der Bestand von rund 300 (1970) auf weniger als 20 Vögel (1990) ab (Klaus 1995). Um das Verschwinden des Auerhuhns aus Thüringen aufzuhalten, wurde seit 1992 der Bestand durch Zusetzen gezüchteter Vögel gestützt.

Im Zuge von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für den Bau des Pumpspeicherwerkes Goldisthal und der Talsperre Leibis wurden von Ende 1999 bis Ende 2003 anstelle gezüchteter Vögel 145 Wildfang-Auerhühner im Thüringer Schiefergebirge ausgesetzt. Die Vögel stammten aus der mittleren Taigazone Russlands (Jaroslawl, Kostroma, ca. 600 km NE von Moskau). Trotz der beträchtlichen Entfernung dieser Quellpopulation werden sie der heimischen Unterart zugerechnet (Sengelbacher & Piertney 2007). Zum Zeitpunkt des Beginns der Translokation war der Auerhuhnbestand in Thüringen auf einen Tiefpunkt von unter zehn Vögeln abgesunken. Die vorliegende Untersuchung bezieht sich ausschließlich auf die umgesiedelten russischen Vögel.

Auerhühner nächtigen meist einzeln auf Bäumen, die sie in der Regel auch zur Nahrungsaufnahme nutzen. Ausnahmen bilden Weibchen, die ihre Küken etwa drei Wochen lang am Boden hudern und dann auch dort nächtigen. Bei hoher Schneelage und tiefen Temperaturen graben beide Geschlechter Schneehöhlen zur Nächtigung am Boden. (Klaus et al. 1989; Bergmann et al. 2003).

Da die winterlichen Schlafplätze immer in Aktivitätszentren liegen und durch die Anhäufung von Exkrementen leicht gefunden werden können, erlaubt die Schlafplatzanalyse eine methodisch einfache Beschreibung der im Winter genutzten Lebensräume.

Die Methode wurde hier erstmals auf Auerhuhn-Wildfänge angewandt, die aus Russland nach Thüringen umgesiedelt worden waren. Durch den Vergleich des Requisitenangebots im neuen Lebensraum und ihrer Nutzung durch das Auerhuhn sollten essenzielle Parameter der Winterlebensräume ermittelt werden. Auf der Basis dieser Kenntnisse können Habitat verbessernde Maßnahmen in suboptimalen oder ungeeigneten Waldflächen realisiert werden.

Außerdem war die Frage von Interesse, ob sich nach der Translokation traditionelle Nächtigungszentren herausbilden, wie sie von Vögeln der autochthonen Population bekannt waren (Klaus et al. 1985; Unger & Klaus 2009).

2. Untersuchungsgebiet, Klima, Böden, Vegetation

Das Untersuchungsgebiet von 590 km² Größe befindet sich im Südosten Thüringens und repräsentiert eine typische Mittelgebirgslandschaft (Abb. 1 u. 2). Es gehört nach der naturräumlichen Gliederung Thüringens (Hielke et al. 2004) zum Naturraum „Hohes Thüringer Schiefergebirge – Frankenwald“. Die Hochlagen des



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes in Thüringen. Blaue Punkte repräsentieren die telemetrischen Ortungen ($n=941$) besonderer Vögel. – *Study area in Thuringia. Blue points: locations by radio telemetry ($n=941$) of capercaillies equipped with transmitters.*

Thüringer Schiefergebirges bilden Plateauflächen mit Höhen zwischen 600 und 800 m ü. NN, die durch tief eingeschnittene Bachtäler gegliedert sind. Von den Plateaulagen aus nimmt die Hangneigung allmählich zu und erreicht in den mittleren und unteren Hangbereichen Werte von 20° bis 35° .

Das Untersuchungsgebiet ist durch lange und schneereiche Winter gekennzeichnet. Der mittlere Jahresniederschlag steigt von 800 mm im Norden auf 1.200 bis 1.400 mm im Süden an. Die Jahresdurchschnittstempe-

ratur beträgt im gesamten Gebiet 5 bis 6°C (Hiekel et al. 2004).

Der Untergrund besteht vorwiegend aus quarzitischen Schiefern, Quarziten und Tonschiefern, die Böden aus Braunerden, Staugleyen und Braunpodsoles (Seidel 1995).

Das Untersuchungsgebiet ist zu ca. 80 bis 85 % bewaldet. Die restlichen 15 bis 20 % sind Siedlungen bzw. landwirtschaftliche Nutzflächen. Ein großer Teil des Thüringer Schiefergebirges wird von der Fichte bestockt (ca. 85 %). Einschichtige Altersklassenforste dominieren. Im Norden des Untersuchungsgebietes sind die Fichtenbestände oft mit Kiefern durchmischt. Lokal erreicht diese Baumart dort Anteile von 25 - 30 %. Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet liegt der Anteil der Kiefer aber nur bei ca. 5 %. Die Lärche ist mit einem Anteil von 2 % vertreten. Laubgehölze (Rotbuche, Eiche, Birke, Eberesche, Aspe) besiedeln nur ca. 8 % der Fläche.

3. Material und Methoden

3.1. Datenerfassung

Die Nächtigungsplätze der umgesiedelten Auerhühner wurden von 2002 bis 2005 jeweils im Winterhalbjahr (Oktober bis April) untersucht. Diese erkennt man bei geschlossener Schneedecke schon von weitem an den typischen braunen Flecken darunter, die von den herunterfallenden Walzen- und Blinddarmexkrementen verursacht werden, aber auch ohne Schnee ist der Walzenkot auffällig. Schlafbäume unterscheiden sich von Tagesruheplätzen u. a. dadurch, dass zusammen mit der normalen Walzenlosung die breiige Blinddarmlosung ausgeschieden wird. Außerdem ist die Kotmenge größer. Nahrungsbäume, kenntlich an Verbißspuren und weit verstreuten Exkrementen unter den Ästen, befanden sich in über 80 % der Fälle in unmittelbarer Umgebung der Schlafbäume. An den Fundorten der Schlafbäume wurden folgende Parameter erfasst: Baumart, Brusthöhendurchmesser, Höhe des Sitzastes, Entfernung des Sitzplatzes vom Stamm, Entfernung zur nächsten Grenzlinie (Bestandesrand), Geländeexposition, Lage im Hang (Ober-, Mittel-, Unterhang), Kronen-



Abb. 2: Typische Landschaft im Thüringer Schiefergebirge (Langer Berg, Thüringen, Mai 2007). – *Typical landscape in the Thuringian slate mountains (Langer Berg, Thuringia, May 2007).* Foto: C. Unger

schlussgrad im Radius von 15 m um den Schlafbaum und die Höhenlage ü. NN. Das Angebot von Höhe, Hangneigung und Exposition bezieht sich auf das gesamte Untersuchungsgebiet und wurde mit Hilfe eines digitalen Geländemodells (1:25.000, DGM5) des Thüringer Landesamtes für Vermessung und Geoinformation ermittelt.

Um die genannten Parameter der von den Auerhühnern genutzten Schlafbäume mit dem im Untersuchungsgebiet vorhandenen Angebot vergleichen zu können, wurden die gleichen Parameter an je einem Vergleichsbaum in 50 m Entfernung und zufälliger Richtung vom Schlafbaum erfasst. Das so ermittelte Angebot im nahen Umfeld der Schlafbäume darf nicht verwechselt werden mit Mittelwerten, die für das gesamte Untersuchungsgebiet gelten (z. B. der prozentuale Anteil der Baumarten). Mit der sogenannten Probekreisermethode (Sewitz & Klaus 1997) wurde die Waldstruktur und das Baumartenspektrum an den Nachweispunkten ($n = 120$) und an Zufallspunkten ($n = 120$) flächig erfasst. An jedem Fundpunkt wurde die Waldstruktur in einem repräsentativen Habitatausschnitt von ca. 1.400 m² beschrieben.

3.2. Statistik

Für die statistischen Auswertungen wurde das Programm SPSS 12.0 verwendet. Da die Daten nicht normal verteilt sind, wurden nichtparametrische Methoden angewendet. Die Signifikanzniveaus werden folgendermaßen angegeben: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Für die Auswertung der erfassten Parameter an den jeweiligen Schlaf- und Vergleichsbäumen wurden logistische Regressionsmodelle berechnet (Manly et al. 2002; Menard 2002). Es wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 angewendet (Pearce & Ferrier 2000).

Hochkorrelierte unabhängige Variablen müssen in logistischen Regressionsmodellen beachtet werden, da aus einem Variablenpaar jeweils eine aus dem Modell entfernt wird (ungeachtet ihrer biologischen Relevanz). Um hochkorrelierte Variablen herauszufinden, wurden bivariate Korrelationen berechnet. Fielding & Haworth (1995) schlagen vor, dass von Variablenpaaren, deren Korrelationskoeffizient den Wert 0,7 überschreitet, jeweils nur eine beibehalten wird. Es wurde jeweils diejenige Variable beibehalten, die das Vorkommen der Auerhühner besser erklärte (Nagelkerke 1991).

Für die Abschätzung der Eignung des Modells wurde das R^2 nach Nagelkerke benutzt.

4. Ergebnisse

Der größte Teil der registrierten Schlafplätze befand sich auf Bäumen ($n = 120$). In vier Fällen wurden Schlafplätze am Boden in Form von Schneehöhlen nachgewiesen (3 % aller 124 Nächtigungsplätze).

4.1. Lage der Nächtigungsplätze im Baum und genutzte Baumarten

Die Vögel nächtigten in einer mittleren Distanz von 143 cm (50 bis 300 cm) vom Stamm entfernt. Die mittlere Höhe des Sitzastes betrug 14 m (8 bis 21 m) und lag damit im mittleren Kronenbereich, überschirmt durch den oberen Teil der Krone.

Die am meisten zum Nächtigen genutzte Baumart war mit 68 % ($n = 82$) die Kiefer, gefolgt von der Fichte mit 27 % ($n = 32$), der Lärche (3 %, $n = 4$) und der Weiß-

tanne (2 %, $n = 2$). Das Angebot an Kiefern lag bei 31 % aller Bäume ($n = 37$), das der Fichte bei 66 % ($n = 79$). Die Kiefer wurde demnach überproportional als Nächtigungsplatz genutzt und gegenüber der Fichte bevorzugt. Selbst einzelne Kiefern, die in die großen Fichtenforste eingestreut sind, wurden gezielt aufgesucht und sowohl zum Nächtigen als auch zum Fressen (Nachweis von Verbißspuren) genutzt. Tanne und Lärche wurden entsprechend ihrem geringen Vorkommen als Schlafbäume genutzt ($n = 5$).

4.2. Verteilung der Nächtigungsplätze nach Gelände relief, Hangneigung und Höhenlage

Die Auerhühner bevorzugten bei der Wahl der Schlafbäume Plateau- und Oberhanglagen, 78 % ($n = 94$) aller Schlafbäume wurden dort gefunden. Die restlichen 22 % ($n = 26$) befanden sich im Mittelhang. Unterhänge und Täler wurden gemieden.

Die meisten Schlafbäume lagen an wenig geneigten Oberhängen, da hier in den Höhenlagen durch Schnee- und Windbruch oft geeignete lichte Habitatstrukturen vorhanden sind (Abb. 3). 32 % der Schlafbäume befanden sich in der Hangneigungsklasse $< 2^\circ$ ($n = 38$) und 51 % im Bereich von 2° bis 7° Neigung ($n = 61$). Der Flächenanteil der Hangneigungsklasse von $0 - 2^\circ$ liegt im gesamten Untersuchungsgebiet bei 5 % (Angebot). Die Neigungsklasse $2^\circ - 7^\circ$ besitzt einen Flächenanteil von 27 %. Es zeigte sich eine klare Bevorzugung der flachen Plateau- und Oberhangbereiche. Nur 13 % ($n = 16$) der Nächtigungsplätze entfielen auf Neigungen zwischen $7^\circ - 12^\circ$. In den steilen Lagen zwischen 15° und 25° konnten nur noch 4 % ($n = 5$) der Nächtigungsplätze gefunden werden.

In engem Zusammenhang mit der Hangneigung steht die Höhennutzung. In den Höhenlagen wirken sich die klimatischen Verhältnisse (Schnee- und Windbruch) positiv auf die Auerhuhnlebensräume aus. 90 % der Nächtigungsplätze ($n = 108$) lagen zwischen 650 und 800 m ü. NN. Bei stärkerer Differenzierung entfielen auf die Höhenklasse 650 - 700 m 19 % ($n = 23$), auf die Höhenklasse 700 - 750 m 56 % ($n = 67$) und auf die Klasse 750 - 800 m 15 % ($n = 18$). In den unteren Lagen zwischen 400 und 650 m wurden nur 10 % ($n = 12$) der untersuchten Schlafbäume gefunden. Auch hier zeigt sich, dass in den höheren Lagen die besten Auerhuhnhabitate liegen.

4.3. Einfluss der Hangexposition

Bevorzugte Hangexpositionen für Schlafbäume waren Süd (27 %; $n = 32$), Südwest (19 %; $n = 23$) und Nordwest (20 %; $n = 24$). Die Expositionen Nord (2 %; $n = 2$), Nordost (3 %; $n = 3$) und Südost (5 %; $n = 5$) beherbergten nur wenige Schlafbäume. Die Hangexpositionen Ost und West wurden zu je 10 % ($n = 12$) und 16 % ($n = 19$) genutzt. Das Angebot der einzelnen Expositionen ist relativ gleichmäßig verteilt. Es wird deutlich, dass die Himmelsrichtungen S, SW und NW bevorzugt- und N, NE und SE gemieden wurden.



Abb. 3: Winternutzungszentrum mit Schlafbäumen in einem lichten Kiefernaltholz (Langer Berg, Thüringen, Mai 2007, – Centre of roosting trees in an old pine forest with low canopy cover (Langer Berg, Thuringia, May 2007). Foto: C. Unger

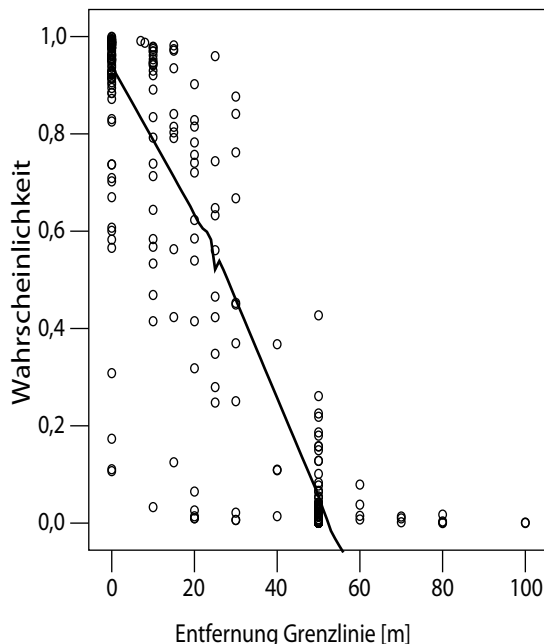


Abb. 4: Wahrscheinlichkeit der Nutzung von Schlafbäumen in Beziehung zur Entfernung von Grenzlinien. – Probability of using roosting trees in relation to the distance from border lines.

4.4. Einfluss von Grenzlinien

Auerhühner haben eine hohe Affinität zu Grenzlinien. In einer Entfernung zwischen 0 und 30 m zur Grenzlinie wurden 98 % ($n = 118$) der Schlafbäume registriert. Nur zwei Bäume befanden sich weiter als 30 m von einer Grenzlinie entfernt. Der Vergleich der Entfernungen von Schlafbäumen und Vergleichsbäumen zur Grenzlinie, ergab einen hochsignifikanten Unterschied (U-Test; $p < 0,001$). Auch das Ergebnis der Regressionsanalyse zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Baum zum Nächtigen genutzt wird, im grenzliniennahen Bereich (0 – 30 m) sehr hoch ist. Bei einer Entfernung von > 30 m zur Grenzlinie sinkt die Nutzungswahrscheinlichkeit stark ab (Abb. 4).

4.5. Einfluss des Kronenschlusses

Der Schlussgrad des Waldes war um die Schlafbäume niedriger als in der Umgebung der Vergleichsbäume (U-Test; $p < 0,001$), d. h. der Wald war lückiger. Der mittlere Kronenschlussgrad in einem Radius von 15 m um den Schlafbaum betrug 58 %, wohingegen der Mittelwert um die Vergleichsbäume bei 69 % lag (Abb. 5). Die Auerhühner zeigten bei der Wahl ihrer Schlafbäume eine hohe Affinität zu lichten Waldstrukturen.

4.6. Ergebnisse der logistischen Regressionsanalysen

Um herauszufinden, welche der erfassten Parameter entscheidend für die Wahl eines Schlafbaumes sind, wurde mit den Daten ein logistisches Regressionsmodell berechnet. Der Wert des Nagelkerke R^2 beträgt im Mo-

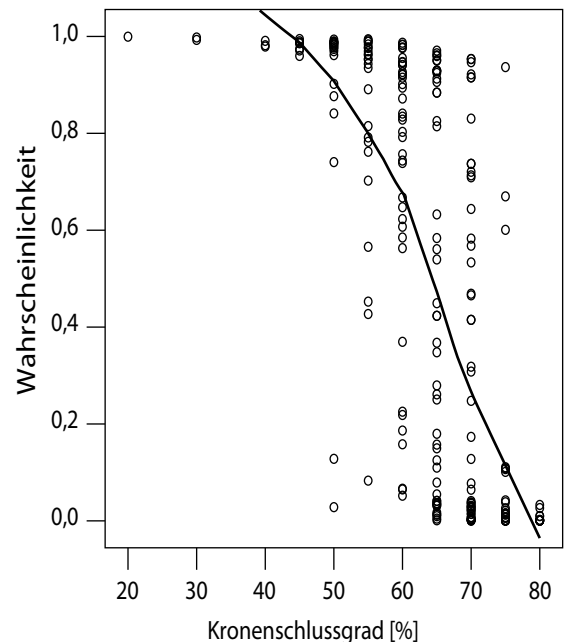


Abb. 5: Wahrscheinlichkeit der Nutzung von Schlafbäumen in Beziehung zum Schlussgrad des Waldbestandes. – Probability of using roosting trees in relation to the canopy cover of forest.

dell 0,762. Die Variablen Baumumfang in Brusthöhe, Kronenschlussgrad, Kiefer als bevorzugte Baumart und die Entfernung zur Grenzlinie wurden vom Modell als die Variablen mit dem höchsten Einfluss auf die Schlafbaumwahl errechnet. Sie erklären die Nutzungswahrscheinlichkeit zu 76,2 % und erlauben daher eine sehr gute Vorhersage der Wahl eines Schlafbaumes (Nagelkerke R^2 von 0,762).

5. Diskussion

Schlafbäume sind wichtige Requisiten im Winterlebensraum von Auerhühnern. Sie befinden sich meist in Baumgruppen, die bevorzugte Nahrungsbäume enthalten. Nicht selten wird auch auf dem Schlafbaum gefressen. Die Vögel verbringen im Winter oft viele Tage in solchen Baumgruppen, ohne größere räumliche Bewegungen durchzuführen. Sie bieten Nahrung und während der Nachtruhe auch Sicherheit vor Feinden. Neben Deckung nach oben gegen Flugfeinde wie Uhu, Steinadler und Habicht spielen freier An- und Abflug über Schneisen und andere offene Randstrukturen eine wichtige Rolle. Die Lage und Struktur solcher Nahrungs-/Schlafbaum-Gruppen gibt Auskunft über die Ansprüche der Auerhühner an den winterlichen Lebensraum und erlaubt die Planung von Habitatmanagement-Maßnahmen. Sie sind auch insofern wichtige Indikatoren, als bereits in der zweiten Hälfte des Winters die Männchen die Nähe ihrer Balzplätze aufsuchen. Die Schlafbäume im Überwinterungshabitat grenzen oft an die zur Reproduktion gewählten Habitaten. Oft sind Winter- und Balzhabitate identisch. Da auch ein Teil der Weibchen in unmittelbarer Nähe der Balzplätze zur Brut schreiten kann, dienen Maßnahmen zur Optimierung der Winterhabitate auch der späteren Reproduktion.

5.1. Einfluss topografischer Faktoren auf die Wahl des Nächtigungsplatzes

In Mitteleuropa erloschen die meisten Flachlandvorkommen der Auerhühner schon vor Jahrzehnten (Klaus et al. 1989). Restbestände fanden nur noch in montanen und hochmontanen Lagen der Gebirge Lebensraum (Übersicht bei Klaus et al. 1989, Scherzinger 2003; Schroth 1994; Suchant 2002, Lauterbach & Spitznagel 2006).

Auf Grund ihrer Flachlandherkunft und einer möglichen Habitatprägung auf die topografischen Verhältnisse des mittleren Taigagürtels war zu vermuten, dass die im Thüringer Mittelgebirge ausgesetzten Auerhühner eher in flache, tiefere Lagen des Vorlandes abwandern würden. Das bestätigte sich nicht: Die umgesiedelten Vögel verhielten sich wie die autochthonen Auerhühner des Gebiets. Ein wichtiger Grund hierfür könnte die lichtere Waldstruktur sein, die in den Höhenlagen durch Schneebruchereignisse und geringere Bodengüte (skelettreiche Böden) ausgeprägter ist als in den tieferen Lagen. Im Nordschwarzwald erbrachte Schroth (1994) die meisten Auerhuhn-Nachweise in den

höheren Lagen (850 bis 900 m). Er stellte fest, dass die Schlussgrade der Bestände in den tieferen Lagen deutlich höher waren. Ähnliches gilt für das Fichtelgebirge (Hertel 2009) und den Bayerischen und Böhmerwald (Teuscher et al. 2011). Allerdings mieden die umgesiedelten Hühner steile Hänge und nutzten im neuen Lebensraum zwar die höchsten, aber flachen Geländestrukturen wie Gipfel- und Plateaulagen sowie die Hangkanten. Dieses Verhalten zeigten nach Klaus et al. (1985) die autochthonen Auerhühner in geringerem Ausmaß. Tallagen wurden in allen Fällen gemieden.

Auch für den Alpenraum (Storch 1993b) und für den Schwarzwald (Schroth 1990; Suchant 2002) wurde die Bevorzugung von weniger steilen Hangbereichen und der Ebenheiten in den Hochlagen registriert. Pürkauer (1994) und Graf et al. (2007) hingegen fanden in ihren Untersuchungen an Auerhühnern im alpinen Raum keine Präferenzen für bestimmte Hangneigungen. Die unterschiedlichen Ergebnisse legen nahe, dass die Standortwahl weniger von der Hangneigung als von geeigneten Strukturmerkmalen (Lückigkeit) des Lebensraumes abhängt (Klaus et al. 1985; Schroth 1994; Thiel et al. 2007).

Die Nutzung der unterschiedlichen Hangexpositionen wird möglicherweise vom Angebot anderer wichtiger Habitatparameter beeinflusst. Die bevorzugten Hangrichtungen waren Süd, Südwest und Nordwest. In den Süd- und Südwestlagen war die bevorzugte Kiefer signifikant häufiger als an anderen Expositionen. Sie hat sowohl im Winter- als auch im Sommerlebensraum eine hohe Bedeutung. Ein weiterer Grund für die Bevorzugung dieser Expositionen könnte deren Lage in überwiegend störungsarmen Naturschutz- und SPA-Gebieten sein. Auch Vögel der autochthonen Population nutzten in diesem Raum bevorzugt Südlagen (Klaus et al. 1985).

Allerdings bildeten sich auf armen Böden, die zum Teil bis in die 1950er Jahre in Thüringen der Streunutzung unterlagen, auch in anderen Expositionen sehr gute Auerhuhnhabitate aus, wie es die leicht erhöhte Nutzung der Nordwest-Hänge zeigt. Der Einfluss der Hangexposition wird offensichtlich von anderen Habitatparametern überlagert.

5.2. Einfluss der Baumartenzusammensetzung auf die Schlafbaumwahl

Das Auerhuhn ist ursprünglich ein typischer Bewohner borealer Taigawälder und vermutlich erst mit den Nadelbäumen nach der letzten Eiszeit nach Mitteleuropa eingewandert (Stegman 1938; Voous 1962). Klaus et al. (1989) verglichen die verschiedensten Lebensräume des Auerhuhns in einem riesigen Areal zwischen dem Baikalsee und Westeuropa und machten deutlich, dass Auerhühner die verschiedensten Waldgesellschaften besiedeln können, solange Koniferen (und Ericaceen) in ihnen dominieren. Einzige Ausnahmen bilden die Populationen in der Waldsteppe des Shaitan-Tau (Südrussland) und der kantabrischen Kordillere, wo die Vögel in fast

reinen Laubwäldern leben (Kirikow 1947; Del Campo & Garcia-Gaona 1983).

Auerhühner bevorzugen Kiefernadeln vor anderen Koniferennadeln als Nahrung (Klaus et al. 1985; Lieser et al. 2005a; Lieser et al. 2005b; Schroth et al. 2005). In Forsten mit Mischbeständen aus Kiefer und Fichte bevorzugen Auerhühner im Winter die Kiefer als Nahrungs- und Schlafbaum (Gjerde 1991). Von Fichten dominierte Standorte werden dagegen in Norwegen wie in unserem Untersuchungsgebiet gemieden (Gjerde & Wegge 1989). Wo Kiefern in den Beständen vorhanden sind, werden sie gegenüber der Fichte bevorzugt. Im Untersuchungsgebiet gibt es in den höchsten Lagen (>800m) und in den Luv – Lagen keine Kiefern. Hier nutzen die Hühner auch reine Fichtenbestände, wie auch in anderen fichtendominierten Mittelgebirgen (z. B. Sudeten, Hochlagen des Böhmerwaldes; Nordalpen, Klaus et al. 1989). Im Südschwarzwald, wo es in den Höhenlagen keine Kiefern gibt, nutzen die Auerhühner häufig Buchen zum Nächtigen (Thiel et al. 2007). Auch im Wurzelberggebiet des Thüringer Schiefergebirges nächtigten die autochthonen Auerhühner häufig auf Buchen (eigene Daten). Dieses Verhalten zeigten die umgesiedelten Vögel nicht.

Die autochthonen Auerhühner nutzten im Thüringer Schiefergebirge 35 % Fichten und 41 % Kiefern zum Nächtigen (Klaus et al. 1985). Die restlichen 24 % verteilen sich auf Buchen, Tannen und Lärchen. Die umgesiedelten russischen Auerhühner nutzten im selben Gebiet 27 % Fichten als Schlafbäume, zu 68 % Kiefern und zu 5 % Lärche und Tanne.

5.3. Einfluss des Bestandesschlussgrades und des Grenzlinienanteils

Dass sich Schlafbäume in lichten, lückigen Waldstandorten häufen, konnte in der Untersuchung belegt werden. Die andernorts gefundenen optimalen Bestandesschlussgrade von 50 bis 60 % (Storch 1993b; Schroth 1994; Suchant 2002) entsprechen auch den Werten in Thüringen. Die Nutzung der offenen Waldstandorte wird von Storch (1993a) und Thiel et al. (2007) als eine Prädatorenvermeidungsstrategie gewertet. Bestandsränder erleichtern das Landen und auch das Flüchten von den Schlafbäumen. Scherzinger (2003) beschreibt die bevorzugte Nutzung von freistehenden, z. T. dünnen Fichten mit guter Übersicht als Winterschlafbäume im Nationalpark Bayerischer Wald.

Wirtschaftswälder im Untersuchungsgebiet erfüllen den Anspruch der Vögel an den Winterlebensraum dann, wenn sie alt und/oder lückig sind. Vorrangig im Winter nutzten besonders die kleineren Weibchen auch jüngere Altersklassenbestände, wenn diese durch Schnee- oder Windbruch oder stärkere Durchforstung einen geringen Kronenschlussgrad aufwiesen. Im Thüringer Schiefergebirge wurden experimentell geschaffene Lücken in 25- bis 45-jährige Beständen bereits im ersten Winter durch Auerhühner genutzt (Boock & Pape

(1995). Auch in Südsandinavien wurden jüngere lückige Bestände als Winter- und Balzlebensraum beschrieben (Rolstad et al. 2007, Wegge & Rolstad 2011).

Nach dem logistischen Regressionsmodell ist der Bestandesschlussgrad in Thüringen eine der erklärenden Variablen für die Wahl des Schlafbaumes durch Auerhühner. In einem engen Zusammenhang mit dem Schlussgrad steht das Vorhandensein von Grenzlinien (Thiel et al. 2007). Auch wir fanden die Schlafbäume gehäuft an Grenzlinien. In den Wirtschaftswäldern sind diese Grenzlinien Schneisen, Wege und Grenzen zwischen verschiedenen Altersklassen der Waldbestände. Es gibt aber auch Grenzlinien innerhalb des Waldbestandes, die z. B. durch Borkenkäferfraß, Schnee- und Windbruch entstehen können. Die Randbereiche dieser Lücken wurden von den umgesiedelten Auerhühnern gern als Nächtigungsplätze genutzt. Schneisen- und Transportwegesysteme können in unseren Wirtschaftswäldern zwar die lichten Strukturen der Taiga- oder Hochgebirgswälder strukturell ersetzen, ihre Geradlinigkeit erlaubt aber Luftfeinden leichteren Jagderfolg. In Primärwäldern der Taiga oder in Bannwaldbereichen des Hochgebirges wird dieser Grenzlinienreichtum durch die ausgeprägte natürliche Lückigkeit erzeugt, die Feinden das Beutemachen erschwert. Außerdem ist die Prädatorendichte in diesen Primärlebensräumen ohnehin viel geringer als im Wirtschaftswald.

5.4. Wahl des Nächtigungsplatzes unter energetischen Aspekten und der Prädatorenvermeidung

Auerhühner müssen im Winterhalbjahr mit energiearmer Kost in Form von Nadelnahrung überdauern. Optimale Habitatselektion ist daher essenziell für das Überleben, das neben Feindvermeidung vor allem die Minimierung des Energieverbrauchs einschließt. Die Reduktion der Streifgebietsgröße im Winter ist eine Anpassung dieser waldbewohnenden Raufußhühnerart an harte winterliche Bedingungen (Klaus et al. 1989; Thiel et al. 2007).

Lindén (1981) beschreibt Kiefernwälder als das häufigste Winterhabitat für Auerhühner in Finnland. Dieser Waldtyp ermöglicht den Vögeln die Minimierung der Aktivitätsperiode, da hier das Angebot an Nahrung und Schutz auf engem Raum vereint wird. So können die Nahrungssuche und das Ruhen am Tag und in der Nacht auf Bäumen im gleichen Waldbestand erfolgen. Das energieaufwändige Fliegen zum Platzwechsel entfällt. Aus diesen Gründen haben Auerhühner im Vergleich zum Sommer im Winter relativ kleine Streifgebiete (Storch 1995), in denen sie wiederum kleine Aktivitätszentren nutzen (Gjerde et al. 1984). Das kann für die im Herbst umgesiedelten russischen Auerhühner bestätigt werden, die nach einer Suchphase im neuen Lebensraum, auch relativ kleine Winterstreifgebiete etablierten (Unger 2009).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Möglichkeit zu rascher Flucht die Schlafplatzwahl beeinflusst. Der Rotfuchs ist

der wichtigste Bodenfeind der Auerhühner in Mitteleuropa (Storch et al. 2005). Auf dem Schlafbaum kann er den Auerhühnern jedoch nicht gefährlich werden. Die wichtigsten Prädatoren von Auerhühnern auf dem Schlafbaum sind im Untersuchungsgebiet der nachtaktive Baumarder, der Uhu (Kurki et al. 1997; Schroth 1991) und der Habicht, der auch in der Dämmerung noch auf Jagdflüge geht. Das von uns beobachtete Nächtigen entfernt vom Stamm auf schwankenden Ästen wird als Feindvermeidungsstrategie gedeutet (Klaus et al. 1989, Finne et al. 2000; Thiel et al. 2007).

Offene Waldstandorte ermöglichen eine bessere Übersicht, lassen die Prädatorenerkennung auf große Distanzen zu und bieten gute Fluchtmöglichkeiten. Besonders Auerhähne benötigen als große, rasante Flieger größere Baumabstände oder Lücken im Wald. Das Fliegen in dichten Waldbeständen ist daher eingeschränkt. Aus diesem Grund sind sie in dichteren Strukturen, wie wir sie häufig in unseren Wirtschaftswäldern finden, auf Schneisen, Wege und Blößen angewiesen. Im Schwarzwald wurden Schlafbäume abseits von Schneisen nur bei geringem Kronenschlussgrad genutzt (Thiel et al. 2007).

5.5. Folgerungen für den Schutz

Für Managementmaßnahmen im Winterlebensraum wird empfohlen, die Kiefer an geeigneten Standorten zu fördern und den Kronenschlussgrad auf 50 bis 60 % zu reduzieren. Wichtig ist die Schaffung bzw. Erhaltung von Lückensystemen im Wald. Es sollten Schneebruchlöcher oder durch Borkenkäferfraß entstandene Lücken keinesfalls durch Pflanzung geschlossen, sondern der natürlichen Sukzession überlassen werden. Die Schaffung von Femellöchern und Schmalkahlschlägen stellen wichtige Maßnahmen in allen dicht geschlossenen Wirtschaftswäldern dar. Das erhöht den Grenzlinienreichtum in den Auerhuhnlebensräumen und macht auch schon die jüngeren Sukzessionsstadien für Auerhühner attraktiv. Im regulären Forstbetrieb ist frühzeitige Starkdurchforstung eine effektive Maßnahme der Habitatverbesserung, da sie zu dichte Baumabstände reduziert und mit dem verbesserten Lichteinfall letztlich auch die Entwicklung der Ericaceen fördert. Rückegassen sollten nie über lange Strecken geradlinig, sondern kurvig geführt werden, um die Gefährdung der Hühner durch Luftfeinde zu mindern.

Dank

Besonderer Dank gebührt dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, der das Projekt finanziell mit einem Stipendium unterstützte. Der Thüringer Forstverwaltung, insbesondere den Forstämtern und Revierleitern danken wir für die Unterstützung bei den Geländearbeiten und der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Jena für fachliche und logistische Unterstützung. Namentlich danken wir den Herren W. Boock (Weißbach), J. Burckard (Oberweiß-

bach), M. Melle (Wittmannsgereuth), Dr. W. Wennrich (Meura) und F. Rost (Meuselbach) für die Mitteilung von Beobachtungen.

6. Zusammenfassung

Durch den Vergleich des Requisitenangebots im neuen Lebensraum und dessen Nutzung durch das Auerhuhn sollten die essenziellen Parameter der Winterlebensräume ermittelt werden, um Habitat verbessernde Maßnahmen in suboptimalen oder ungeeigneten Waldflächen zu optimieren. Außerdem war zu klären, ob sich nach der Translokation traditionelle Nächtigungszentren herausbilden, wie sie von Vögeln der autochthonen Population bekannt waren.

Von 2002 bis 2005 wurden jeweils im Winterhalbjahr (Oktober – April) 120 Schlafbäume untersucht (Hähne: $n = 91$; Hennen: $n = 29$). Die Kiefer war mit 67 % die meist genutzte Baumart, gefolgt von Fichte (27 %), Lärche (3 %) und Weißtanne (2 %). Die Kiefer wurde im Untersuchungsgebiet überproportional häufig genutzt (67 %, $n = 82$) und gegenüber der Fichte (27 %, $n = 32$) bevorzugt. Die Vögel nächtigten in einem mittleren Abstand von 143 cm (50 bis 300 cm) vom Stamm entfernt. Die mittlere Höhe des Sitzastes im mittleren Kronenbereich betrug 14 m (8 bis 21 m). Die Auerhühner bevorzugten bei der Wahl der Schlafbäume Plateau- und Oberhanglagen (78 %). Die restlichen Schlafbäume standen im Mittelhang. Die meisten Schlafbäume ($n = 100$) befanden sich im Bereich von 1° bis 7° Hangneigung. Fast alle (98 %, $n = 118$) Schlafbäume befanden sich in unmittelbarer Nähe (< 30 m) von Grenzlinien. Der Schlussgrad des Waldes war um die Schlafbäume signifikant niedriger (58 %) als in der Umgebung der Kontrollbäume (69 %). Freie An- und Abflugmöglichkeiten erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Nutzung eines Baumes als Schlafplatz. Nach einem logistischen Regressionsmodell erklären die Variablen Schlussgrad des Bestandes, Kiefer als bevorzugte Baumart, Entfernung zur Grenzlinie und Baumumfang in Brusthöhe die Schlafbaumwahl zu 76,2 %. Die im Thüringer Schiefergebirge ausgewilderten russischen Auerhühner wählten ihre Winter-Schlafbäume offensichtlich sowohl nach energetischen Effekten (reduzierte Mobilität) als auch im Hinblick auf Prädatorenvermeidung.

7. Literatur

- Bergmann H-H, Klaus S & Suchandt R 2003: Auerhühner – schön, scheu, schützenswert. Braun, Karlsruhe.
- Boock W & Pape D 1995: Forstliche Maßnahmen zum Auerhuhnschutz im Thüringer Schiefergebirge. Naturschutzreport 10: 91-101.
- Del Campo J C. & Garcia-Gaona J-F 1983: Censo de urogallos en la cordillera Cantábrica. Natural Hist. 25: 1-32.
- Fielding AH & Haworth PF 1995: Testing the generality of bird-habitat models. Conserv. Biol. 9: 1466-1481.
- Finne MH, Wegge P, Eliassen S & Odden M 2000: Daytime roosting and habitat preference of Capercaillie *Tetrao urogallus* males in spring – the importance of forest structure in relation to anti-predator behaviour. Wildl. Biol. 6: 241-249.

- Gjerde I, Wegge P, Petersen O & Solberg GE 1984: Home range and habitat use of a local Capercaillie population during winter in SE Norway. In: Hudson PJ & Lovel TWI (Hrsg.): Proceedings of the International Grouse Symposium 3: 247–260. Suffolk.
- Gjerde I & Wegge P 1989: Spacing pattern, habitat use and survival of Capercaillie in a fragmented winter habitat. *Ornis Scand.* 20: 219–225.
- Graf R F, Bollmann K, Bugmann H & Suter W 2007: Forest and landscape structure variables as predictors for Capercaillie occurrence. *J. Wildl. Manage.* 71: 356–365.
- Hertel M 2009: Auerhühner *Tetrao urogallus* im Fichtelgebirge – Anmerkungen eines Försters. *Ornithol. Anzeiger* 48: 13–18.
- Hiekel W, Fritzlar F, Nöllert A, & Westhus W 2004: Die Naturräume Thüringens. *Naturschutzreport* 21, Jena.
- Kirikov SV 1947: Balz und Fortpflanzungsbiologie des Auerhuhns im Südrural. *Zool. J. Moskau* 25: 71 – 84 (in Russ.).
- Klaus S, Boock W, Görner M & Seibt E 1985: Zur Ökologie des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) in Thüringen. *Acta ornithoecol.* 1: 3–46.
- Klaus S, Andreev AV, Bergmann H-H, Müller F, Porkert J & Wiesner J 1989: Die Auerhühner. Wittenberg-Lutherstadt.
- Klaus S 1995: Situation der Raufußhühner in Thüringen. *Naturschutzreport* 10: 11–21
- Kurki S, Helle P, Linden H & Nikula A 1997: Breeding success of Black Grouse and Capercaillie in relation to mammalian predator densities on two spatial scales. *Oikos* 79: 301–310.
- Lauterbach M & Spitznagel A 2006: Auerhuhnschutz (*Tetrao urogallus*) unter Berücksichtigung von Restpopulationen am Beispiel des Fichtelgebirges. *Artenschutzreport* H. 20: 52–56.
- Lieser M, Schroth K-E & Berthold P 2005a: Ernährungsphysiologische Aspekte im Zusammenhang mit der Auswilderung von Auerhühnern *Tetrao urogallus*. *Ornithol. Beob.* 102: 97–108.
- Lieser M, Töpfer T, Schroth K-E & Berthold P 2005b: Energetische Beurteilung von Koniferennadeln als Winternahrung von Auerhühnern (*Tetrao urogallus*). *Ökol. Vögel* 27: 1–33.
- Lindén H 1981: Does the duration and predictability of the winter affect the wintering success of the Capercaillie, *Tetrao urogallus*? *Finnish Game Res.* 39: 79–89.
- Manly BFJ, McDonald LL, Thomas DL, McDonald TL & Erickson WP 2002: Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Menard S 2002: Applied logistic regression analysis. Sage Publications, London.
- Nagelkerke NJD 1991: A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika* 78: 691–692.
- Pearce J & Ferrier S 2000: An evaluation of alternative algorithms for fitting species distributions models using logistic regression. *Ecol. Modelling* 128: 127–147.
- Rolstad J, Rolstad E & Wegge P 2007: Capercaillie *Tetrao urogallus* lek formation in young forest. *Wildl. Biol.* 13: Suppl. 1: 59 – 67.
- Scherzinger W 2003: Artenschutzprojekt Auerhuhn im Nationalpark Bayerischer Wald von 1985 – 2000. *Nationalpark Bayerischer Wald, Wissenschaftl. Schriftenr.* 15: 130 Seiten.
- Schroth K-E 1991: Survival, movements, and habitat selection of released Capercaillie in the north-east Blackforest in 1984 – 1989. *Ornis Scand.* 22: 249–254.
- Schroth K-E 1994: Zum Lebensraum des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) im Nordschwarzwald. Eine Analyse der Kaltenbronner Auerhuhnhabitate und deren Veränderung seit Beginn der geregelten Forstwirtschaft (1843 – 1990). *Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg* 178.
- Schroth K-E, Lieser M & Berthold P 2005: Zur Winternahrung des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*). Versuche zur Bevorzugung von Nadeln verschiedener Koniferenarten. *Forstarchiv* 76 (3): 75–82.
- Segelbacher G & Pieltney S 2007: Phylogeography of the European Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and its implications for conservation. *J. Ornithol.* 148: 269–274.
- Seidel G 1995: Geologie von Thüringen. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Sewitz A & Klaus S 1997: Besiedlung isolierter Waldinseln im Vorland des Böhmerwaldes durch das Haselhuhn (*Bonasia bonasia*). *Beitr. Jagd- Wildforsch.* 22: 263 – 276.
- Stegmann B K 1938: Grundlagen der ornithologischen Unterteilung der Paläarktis. In: *Fauna SSSR, Nov. Ser.* 19 Pticy. Moskau und Leningrad (in Russ.).
- Storch I 1993a: Habitat selection by Capercaillie in summer and autumn: Is bilberry important? *Oecologia* 95: 257–265.
- Storch I 1993b: Patterns and strategies of winter habitat selection in alpine Capercaillie. *Ecography* 16: 351–359.
- Storch I 1995: Annual home range and spacing patterns of Capercaillie in central Europe. *J. Wildl. Manage.* 59: 392–400.
- Storch I, Witke E, Krieger S 2005: Landscape-scale edge effect in predation risk in forest-farmland mosaics in central Europe. *Landscape Ecology* 20: 927–940.
- Suchant R 2002: Die Entwicklung eines mehrdimensionalen Habitatmodells für Auerhuhnareale (*Tetrao urogallus* L.) als Grundlage für die Integration von Diversität in die Waldbaupraxis. *Schr. - R. Freiburger Forstliche Forschung* 16: 1–350.
- Teuschner M, Brandl R, Rösner, S., Bufka L, Lorenc T, Förster B, Hothorn T & Müller J 2011: Modelling habitat suitability for the capercaillie *Tetrao urogallus* in the national parks Bavarian Forest and Sumava. *Ornithol. Anz.* 50: 97–113.
- Thiel D, Unger C, Kéry M & Jenni L 2007: Selection of night roosts in winter by Capercaillie *Tetrao urogallus* in Central Europe. *Wildl. Biol.* 13: Suppl. 1: 73–86.
- Unger C & Klaus S 2009: Bildung fester Winternutzungszentren von umgesiedelten russischen Auerhühnern in Thüringen. *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 35: 281–286.
- Unger C 2009: Translokation russischer Wildfang-Auerhühner nach Thüringen. Raum- und Habitatnutzung, Populationsbiologie. Dissertation, Jena.
- Voous KH 1962: Die Vogelwelt Europas und ihre Verbreitung. Parey, Hamburg und Berlin.
- Wegge P & Rolstad J 2011: Clearcutting forestry and Eurasian boreal forest grouse: long-term monitoring of sympatric capercaillie *Tetrao urogallus* and black grouse *T. tetrix* reveals unexpected effects on their population performances. *Forest ecology and management* 261: 1520–1529.